

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 495 991**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 26516**

---

⑤4 Procédés et dispositifs pyrotechniques de découpage sous l'eau au moyen d'un cordeau détonant.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.<sup>8</sup>). B 26 F 3/00; B 63 C 11/52.

②2 Date de dépôt..... 15 décembre 1980.

③3 ③2 ③1 Priorité revendiquée :

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 24 du 18-6-1982.

---

⑦1 Déposant : ETAT FRANÇAIS, représenté par le DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT,  
résidant en France.

⑦2 Invention de : Jacques Adrien Sala, Jean Claude Russo et René Georges Max Chagneau.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Bureau des brevets et inventions de la délégation générale pour l'armement,  
14, rue Saint-Dominique, 75997 Paris Armées.

Procédés et dispositifs pyrotechniques de découpage sous l'eau au moyen d'un cordeau détonant.

La présente invention a pour objet des procédés et des dispositifs pyrotechniques de découpage sous l'eau au moyen d'un cordeau détonant du type à charge creuse linéaire.

Le secteur technique de l'invention est celui de la fabrication des dispositifs de découpage pyrotechniques.

On connaît des cordes détonants destinés à effectuer des découpages linéaires de structures métalliques en milieu aérien. Ces cordes sont composés d'une gaine étanche malléable, par exemple une gaine en un alliage de plomb, qui contient une charge pyrotechnique continue. Cette gaine a une section transversale bien déterminée, de forme générale trapézoïdale ou triangulaire et elle délimite une cavité ouverte du côté de la base qui est appliquée contre la surface de la pièce à découper. Le revêtement de cette cavité a une forme géométrique telle que la détonation de la charge pyrotechnique le projette vers l'axe en deux parties, un noyau métallique et un jet en forme de dard, qui découpe l'objet contre lequel le cordeau est appliqué, par exemple une tôle.

Grâce à la gaine malléable, les cordes ont une grande souplesse qui permet de les conformer pour leur faire suivre les lignes ou les contours les plus divers. Leur mise en oeuvre est très facile puisqu'ils peuvent être découpés en tronçons de longueur voulue, au moyen d'un couteau.

Un domaine d'application dans lequel l'usage des cordes détonant est particulièrement intéressant est celui des découpages sous l'eau, par exemple des découpages d'épaves, de structures métalliques ou de conduites immergées, ou des découpages à des fins militaires.

Mais les cordes vendus dans le commerce ne peuvent être utilisés sous l'eau tels quels, car l'eau remplit la cavité destinée à obtenir l'effet de charge creuse et cet effet ne se produit plus.

On a déjà proposé des cordes détonants destinés plus spécialement à des découpages sous l'eau.

Le brevet FR. 74/00.465 décrit un tel cordeau dans lequel la charge pyrotechnique est enfermée dans une gaine métallique contenant des cloisons en tôle pliée.

Un tel cordeau comportant une gaine métallique convient pour

des découpages rectilignes mais ne permet pas d'effectuer des découpages sur des surfaces courbes, notamment des découpages de tubes, ni des découpages en suivant un contour complexe.

Un objectif de la présente invention est de procurer des  
5 moyens de découpage destinés plus particulièrement aux travaux sous l'eau, qui présentent les mêmes facilités de mise en oeuvre que les cordons de découpage aérien

Un autre objectif de la présente invention est de procurer des cordons de découpage qui peuvent être obtenus facilement, par  
10 une transformation relativement simple des cordons aériens tels qu'on les trouve dans le commerce, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une fabrication spéciale de cordons sous-marins.

Les objectifs de l'invention sont atteints par un procédé de découpage sous l'eau au moyen d'un cordon détonant à effet de charge creuse linéaire composé d'une gaine malléable qui contient une charge  
15 pyrotechnique continue et qui délimite une cavité ouverte destinée à être appliquée contre une surface à découper, lequel procédé comporte les étapes suivantes :

- on enveloppe le cordon dans une enveloppe souple et étanche en un film de matière plastique thermorétractable;  
20

- on chauffe ladite enveloppe qui se rétracte en épousant le contour du cordon, de sorte que l'ouverture de ladite cavité est obturée par un film tendu;

- et on met en communication ladite cavité avec une source  
25 de gaz comprimé dont la pression est égale ou légèrement supérieure à la pression hydrostatique à la profondeur d'immersion.

Un dispositif pyrotechnique selon l'invention, pour effectuer des coupes sous l'eau, est du type connu comportant un cordon détonant composé d'une gaine malléable qui contient une charge pyrotechnique continue et qui délimite une cavité ouverte dont l'ouverture est  
30 destinée à être appliquée contre une surface à découper.

Les objectifs de l'invention sont atteints au moyen de cordons détonants qui comportent, en outre, une enveloppe souple et étanche, en un film de matière plastique thermorétractable, qui forme  
35 un opercule tendu en travers de ladite ouverture et qui délimite, avec ladite gaine, une cavité étanche et des moyens pour mettre en communication ladite cavité étanche avec une source de gaz comprimé dont la pression est égale ou légèrement supérieure à la pression

hydrostatique à la profondeur d'immersion.

La cavité étanche qui est délimitée par la gaine et par le film thermorétractable tendu est connectée sur une source de gaz comprimé par l'intermédiaire d'un détendeur qui maintient ladite cavité étanche en équipression ou en légère surpression par rapport à la pression hydrostatique à la profondeur d'immersion.

L'invention a pour résultat la possibilité d'effectuer des découpes linéaires sous l'eau au moyen de cordaux détonants, qui peuvent être d'un type courant, grâce à une transformation de ceux-ci facile à réaliser sans avoir à recourir à une fabrication spéciale.

Les cordaux transformés selon l'invention présentent la même malléabilité que les cordaux destinés à des travaux à l'air libre et ils permettent donc d'effectuer des découpes sur des surfaces courbes, notamment des découpes de tubes même si ceux-ci ont un faible rayon de courbure. Ils permettent également d'effectuer des découpes en suivant des contours sinueux.

Un avantage des cordaux selon l'invention réside dans le fait qu'ils mettent en oeuvre des moyens simples ou courants dans le domaine de la plongée. Il est très facile de se procurer des gaines en matière plastique thermorétractable et de mettre celles-ci sous tension en les chauffant au moyen d'un générateur d'air chaud.

La cavité étanche qui est délimitée par la gaine du cordeau et par le film tendu en matière plastique thermorétractable peut être mise en équipression ou en légère surpression en utilisant des bouteilles d'air comprimé et un détendeur du type utilisé par les plongeurs en scaphandre autonome, c'est-à-dire un matériel très courant sur les chantiers sous-marins.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, un exemple de réalisation d'un cordeau détonant de découpage sous l'eau selon l'invention.

La figure 1 est une vue d'ensemble d'un dispositif selon l'invention.

La figure 2 est une vue en perspective d'un tronçon de cordeau détonant selon l'invention posé contre une surface à découper.

On voit sur les figures 1 et 2 un cordeau détonant destiné à effectuer des découpes sous l'eau.

La figure 2 montre une coupe transversale d'un dispositif qui est composé d'un cordeau 1 d'un type courant que l'on trouve

dans le commerce. Ce cordeau comporte une gaine malléable 2, par exemple une gaine en un alliage de plomb qui est généralement un alliage de plomb et d'antimoine.

La gaine 2 contient une charge pyrotechnique continue 3.  
5 Cette charge est constituée par exemple de cyclotriméthylènetrinitramine (hexogène). Le poids de la charge explosive varie par exemple entre 2,2 et 60 grammes par mètre linéaire et la capacité de découpage d'une tôle en acier doux varie entre 1,6 mm et 8 mm d'épaisseur.

La gaine 2 présente, en section transversale, une forme  
10 bien déterminée qui est une forme générale triangulaire ou trapézoïdale délimitant une cavité ouverte 4 dont l'ouverture est appliquée contre la surface d'une pièce à découper 5.

Cette cavité 4 est délimitée par des parois 2a qui font partie de la gaine 2 et qui ont une forme géométrique telle que la  
15 détonation de la charge pyrotechnique 3 projette à très grande vitesse, vers le plan axial  $x-x'$ , en deux parties, un noyau métallique et un jet en forme de dard qui découpe la pièce 5 suivant une ligne.

Il est essentiel que la cavité 4 garde la forme géométrique prévue par le constructeur et qu'elle reste pleine d'air pour que la  
20 découpe ait lieu et on ne peut donc utiliser ces cordeaux détonants tels quels sous l'eau car la cavité 4 se remplirait d'eau.

Les cordeaux selon l'invention destinés aux travaux sous-marins, sont enrobés dans une enveloppe souple et étanche 6 en une matière plastique thermorétractable. Cette enveloppe est par exemple  
25 une gaine tubulaire du même type que celle qui est utilisée pour gainer les câbles électriques ou téléphoniques, ayant un diamètre suffisant pour que l'on puisse engager facilement le cordeau dans la gaine sur toute la longueur nécessaire.

Ensuite, on chauffe l'enveloppe à une température suffisante  
30 pour la faire rétracter. La température de rétraction est par exemple de l'ordre de 175°. L'opération de rétraction de l'enveloppe est réalisée par exemple en déplaçant un générateur d'air chaud tout le long de l'enveloppe.

Le déplacement est suffisamment rapide pour que l'élévation  
35 de température de la charge pyrotechnique reste inférieure à 50°C, ce qui est nettement inférieur à la température critique de la charge pyrotechnique qui est de l'ordre de 180°C.

On rappelle que les matières plastiques thermorétractables

ont un coefficient de contraction très élevé, de l'ordre de 57%. En se rétractant, l'enveloppe 6 épouse donc très fidèlement la forme de la gaine 2 du cordeau et de plus, elle se tend en prenant appui sur les deux côtés de la cavité 4 et en formant un opercule 6a qui obture l'ouverture de la cavité 4.

L'opercule 6a remplit plusieurs fonctions. D'abord, il forme une partie de la gaine étanche 6 et il évite que l'eau ne puisse pénétrer dans la cavité 4. Ensuite, il constitue une surface plane dont l'épaisseur est faible, de l'ordre du millimètre, de telle sorte que la présence de l'opercule 6a entre le cordeau et la pièce 5 ne modifie pas sensiblement la disposition géométrique relative du cordeau par rapport à la surface de la pièce 5.

Si l'on se contentait d'enfermer le cordeau dans une gaine étanche tubulaire ayant une section circulaire, lorsqu'on appliquerait le cordeau enfermé dans la gaine contre la surface de la pièce à découper, le cordeau se trouverait éloigné de la surface de la pièce à découper et le cordeau aurait une efficacité de découpage très réduite. De plus, si la gaine était cylindrique, la parfaite orientation du cordeau par rapport à la surface de la pièce serait plus difficile à obtenir.

L'opercule 6a qui est un film relativement mince ayant une épaisseur de l'ordre de 0,6 à 1 mm, ne pourrait pas résister à la pression hydrostatique lorsque le découpage à effectuer se situe à une profondeur d'immersion qui dépasse quelques mètres.

Un dispositif selon l'invention comporte, en outre, des moyens pour maintenir la cavité 4 en équipression avec l'extérieur ou, de préférence, en légère surpression, ce qui présente l'avantage d'éviter les risques d'entrée d'eau dans la cavité.

Ces moyens sont constitués, de préférence, par des bouteilles de gaz comprimé 7, par exemple des bouteilles du type utilisé pour la plongée en scaphandre autonome, qui sont équipées d'un détenteur à deux étages 8a et 8b, l'étage 8b étant un détenteur différentiel qui délivre un gaz qui est maintenu constamment en légère surpression par rapport à la pression hydrostatique, par exemple à une pression qui dépasse la pression hydrostatique d'environ 40 millibars.

La sortie du détenteur 8b est connectée par un tube flexible 9 sur un embout métallique 10, qui est maintenu par un manchon

thermorétractable 11, sur une extrémité du cordeau, de telle sorte que le tube 9 communique avec la cavité 4. Ainsi, les deux faces de l'opercule 6a sont soumises à des pressions sensiblement égales, cet opercule ne risque pas d'être déchiré et la gaine n'est pas dé-  
5 formée.

Les plongeurs chargés de poser le cordeau détonant sur une pièce à découper descendent avec un cordeau déjà branché sur des bouteilles, de telle sorte que le détendeur 8b maintient dans la cavité 4, tout au long de la descente, une pression sensiblement égale à la  
10 pression hydrostatique qui varie avec la profondeur d'immersion. Une fois arrivé à la profondeur de travail, on peut isoler le cordeau détonant, par exemple au moyen d'un robinet ou d'un raccord à clapet étanche 19, placé sur le tuyau flexible 9, ce qui permet d'éloigner les bouteilles 7 avant la mise à feu du cordeau et de récupérer  
15 l'ensemble de pressurisation.

Dans l'exemple représenté sur la figure 1, l'embout 10, 11 se trouve à une extrémité du cordeau et l'autre extrémité est fermée de façon étanche par un capuchon 12 en matière plastique thermorétractable et autosoudable.

20 Bien entendu, le raccord 10, 11 pourrait également être situé non pas à une extrémité du cordeau, mais en un point intermédiaire.

On a représenté en vue éclatée sur la figure 1, un dispositif d'amorçage qui est composé d'un support en forme de pince ou de clips 13, dont la section transversale épouse la forme du cordeau et  
25 que l'on vient pincer sur celui-ci. Ce support comporte un fourreau cylindrique 14 dans lequel on vient engager un détonateur 15 qui est raccordé par des fils 16 à un exploseur ou à un générateur électrique.

Ce dispositif d'amorçage peut être mis en place rapidement  
30 sur le cordeau au dernier moment, afin d'éviter de manipuler une charge amorcée.

On a également représenté sur la figure 1 un dispositif de fixation du cordeau sur la pièce à découper, qui est composé de crochets métalliques 17 maintenus sur le cordeau par un manchon thermo-  
35 rétractable 18.

REVENDICATIONS

- 1 - Procédé pyrotechnique de découpage sous l'eau au moyen d'un cordeau détonant (1) à effet de charge creuse linéaire, composé d'une gaine malléable (2), qui contient une charge pyrotechnique continue (3) et qui délimite une cavité ouverte (4), destinée à être appliquée contre une surface (5) à découper, caractérisé en ce que :
- 5       - on enveloppe ledit cordeau dans une enveloppe (6) souple et étanche en un film de matière plastique thermorétractable;
- on chauffe ladite enveloppe qui se rétracte en épousant le contour de sorte que l'ouverture de ladite cavité est obturée par
- 10       un film tendu (6a);
- et on met en communication ladite cavité avec une source de gaz comprimé (7) dont la pression est égale ou légèrement supérieure à la pression hydrostatique à la profondeur d'immersion.
- 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant de
- 15       descendre le dispositif sous l'eau, on met la cavité (4) en communication avec des bouteilles de gaz comprimé (7), par l'intermédiaire d'un détendeur différentiel (8b) qui délivre un gaz sous une pression légèrement supérieure à la pression ambiante pendant toute l'immersion et, une fois arrivé à la profondeur de travail, on
- 20       isole ladite cavité de la source de gaz.
- 3 - Dispositif pyrotechnique pour découper sous l'eau, du type comportant un cordeau détonant (1) composé d'une gaine malléable (2) qui contient une charge pyrotechnique (3) continue et qui délimite une cavité ouverte (4) dont l'ouverture est destinée à être appliquée
- 25       contre une surface (5) à découper, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, une enveloppe (6), souple et étanche, en un film de matière plastique thermorétractable, qui forme un opercule (6a) tendu en travers de ladite ouverture et qui délimite, avec ladite gaine, une cavité étanche (4) et des moyens pour mettre en communication
- 30       ladite cavité étanche avec une source de gaz comprimé (7) dont la pression est égale ou légèrement supérieure à la pression hydrostatique à la profondeur d'immersion.
- 4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite cavité étanche est connectée sur une source (7) de gaz comprimé
- 35       par l'intermédiaire d'un détendeur (8b) qui maintient ladite cavité étanche en équipression ou en léger surpression par rapport à la



pression hydrostatique à la profondeur d'immersion.

- 5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comporte des organes d'accrochage composés de crochets (17) qui sont maintenus par un manchon thermorétractable (18).
- 5 6 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'amorçage qui est composé d'un support en forme de pince (13) dont la section transversale épouse la forme dudit cordeau, lequel support comporte un
- 10 fourreau cylindrique (14) destiné à recevoir un détonateur (15).

Fig. 2

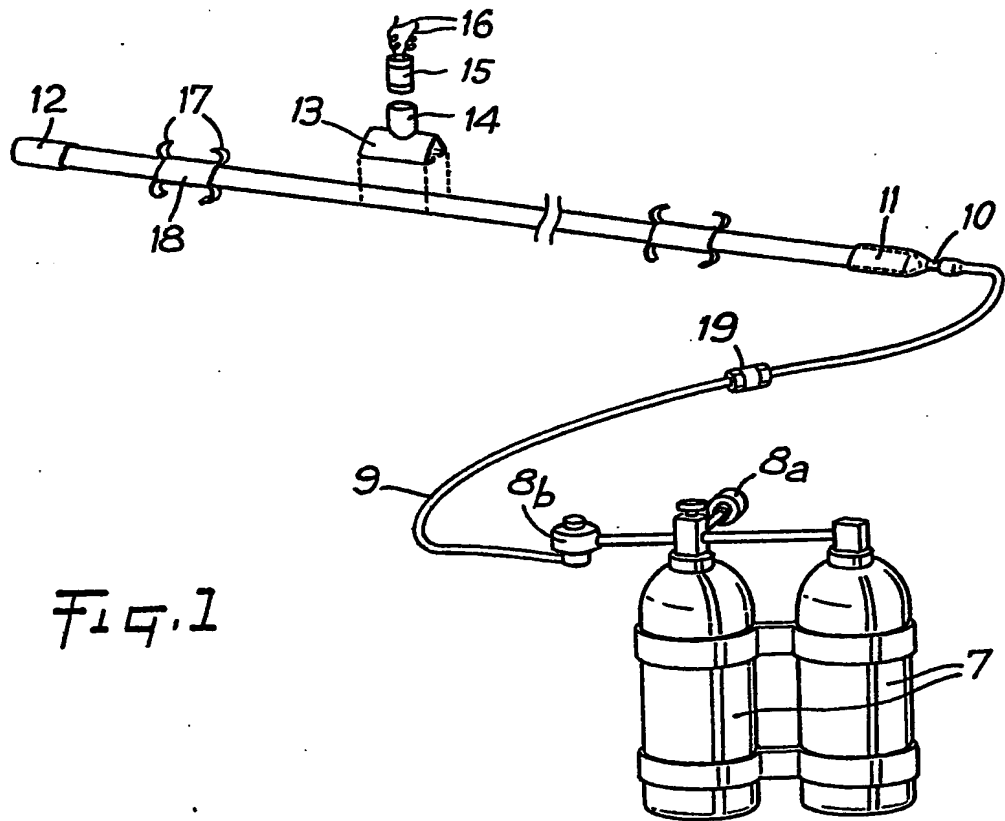
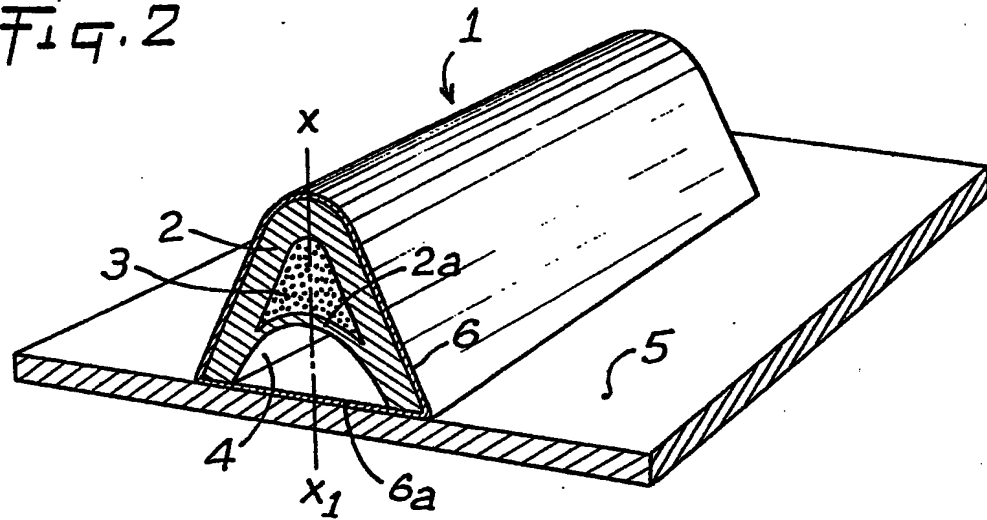


Fig. 1